Avances de Investigación

Diversidad de mariposas en un paisaje agropecuario del Pacífico Central de Costa Rica

Diego Tobar López[1]; Muhammad Ibrahim[2]; Francisco Casasola[3]

Palabras claves: bosque seco tropical; cercas vivas; curvas de acumulación de especies; fragmentación; Papilionoidea; pasturas con árboles.

RESUMEN

En Centroamérica, extensas áreas de bosque han sido transformadas en mosaicos de diferentes usos de la tierra, como fragmentos de bosques, pasturas y cultivos agrícolas. Estos cambios han provocado perturbaciones en la composición y riqueza de la biodiversidad original. Por lo tanto, es importante conocer el aporte de los principales usos de la tierra en paisajes agropecuarios a la conservación de la biodiversidad. Se estudió la riqueza, la abundancia, y la composición de especies de mariposas en ocho hábitats con diferente cobertura arbórea: fragmentos de bosques secundarios, bosques ribereños, tacotales, pasturas mejoradas de alta densidad arbórea, pasturas mejoradas con baja densidad arbórea, pasturas degradadas con vegetación herbácea y arbustiva, cercas vivas simples y cercas vivas compuestas o permanentes en un paisaje agropecuario en Esparza, Costa Rica. Se registró un total de 4415 individuos pertenecientes a 66 especies de mariposas. Los bosques secundarios y ribereños presentaron la mayor riqueza de especies (46 especies cada uno), así como una composición de lepidópteros diferente a los hábitats de uso agropecuario. En los hábitat de uso agropecuario, las cercas vivas multiestrato (34 especies) y las pasturas mejoradas de alta densidad (27 especies) la riqueza de especies fue mayor que en las cercas vivas simples (23 especies) y las pasturas mejoradas con baja densidad arbórea (18 especies). Los hábitats con mejores índices de diversidad Shannon fueron los tacotales, bosques secundarios y bosques ribereños (2,4; 2,3; y 2,5, respectivamente). Estos resultados sugieren que las áreas de bosques y tacotales son importantes para la conservación de la lepidopterofauna de la región. Los pastizales con alta cobertura arbórea y cercas vivas permanentes con un buen manejo cumplen una función importante en la conservación de mariposas en paisajes agropecuarios.

Butterfly diversity in an agricultural landscape in the Central Pacific region of Costa Rica

Keywords: fragmentation; live fences; Papilionoidea; pastures with trees; species accumulation curves; tropical dry forest.

ABSTRACT

In Central America, large forest areas have been transformed into mosaics of varied land uses, mainly forest patches, pastureland, and crops. These changes have induced disturbances in the original biodiversity composition and richness. Therefore, it is important to know the contribution of the main land uses in agricultural landscapes to biodiversity conservation. The abundance, species richness, and composition of butterflies were studied in eight habitats with different types of tree cover: secondary forest fragment; riparian forest; forest fallows; improved pastures with high tree cover; improved pastures with low tree cover; degraded pastures with woody and herbaceous vegetation; simple live fences, and multistrata live fences, in an agricultural landscape of Esparza, Costa Rica. A total 4415 individuals from 66 species were registered. The secondary forest and riparian forest (46 species, each) had the highest species richness values, and their species composition differed from the habitats with more anthropogenic pressure. Among the habitats with a stronger anthropogenic pressure, improved pastures with high tree cover (27 species) and multistrata live fences (34 species) presented a higher species richness than improved pastures with low tree cover (18 species) and simple live fences (23 species). Forest fallows, secondary forest fragments and riparian forests had the highest diversity index values (Shannon 2.4, 2.3 and 2.5, respectively). Our results suggest that forest areas and forest fallows are important for the conservation of butterflies in the region, and that managed pastures with high tree cover and multistrata live fences play an important role in the conservation of butterflies in agricultural landscapes.

INTRODUCCIÓN

En Centroamérica, la transformación de los bosques naturales en áreas ganaderas manejadas de forma convencional (principalmente pasturas extensivas con baja cobertura arbórea y alto uso de insumos agroquímicos) ha traído como consecuencia cambios en el tamaño y la distribución de los bosques naturales y la transformación del paisaje original (Harvey et ál. 2005); así, la región centroamericana está ahora dominada por pasturas (40%; Ibrahim y Schlönvoight 1999).

1 Investigador en biodiversidad – Proyecto GEF-Silvopastoril, CATIE, Sede Central. Correo electrónico: dtobar@catie.ac.cr
2 Profesor-investigador, CATIE, Sede Central. Correo electrónico: mibrahim@catie.ac.cr
3 Coordinador Nacional, Proyecto GEF-Silvopastoril, CATIE, Sede Central. Correo electrónico: fcasasol@catie.ac.cr

Esta transformación del paisaje ha generado diversos problemas ambientales, como la erosión y la reducción en la fertilidad del suelo, pérdida de diversidad biológica, cambios en la composición de las comunidades bióticas y la contaminación de ríos y aguas subterráneas (Daily y Ehrlich 1996, Gibbs y Stanton 2001, Murgueitio et ál. 2003). Estas modificaciones en el paisaje pueden afectar la composición, abundancia y riqueza de especies de mariposas, las cuales se caracterizan por ser sensibles a los cambios de temperatura, humedad y radiación solar, así como a la reducción de los remanentes de bosque, plantas hospederas y alimenticias (Kremen et ál. 1993, Kremen 1994, Daily y Erlich 1996).

Sin embargo, estudios recientes indican que una porción significante de la biodiversidad original puede ser mantenida dentro de las pasturas si estas son diseñadas y manejadas apropiadamente (Harvey et ál. 2005). Una de las estrategias para mantener y conservar la biodiversidad dentro de paisajes dominados por pasturas es el fomento de sistemas silvopastoriles (SSP), los cuales integran el manejo de leñosas perennes con la producción de ganado (Ibrahim et ál. 2000, Harvey y Haber 1998). Los SSP ayudan a incrementar la productividad ganadera y la cobertura arbórea y, junto con la vegetación remanente en los paisajes agropecuarios (relictos de bosque y bosques ribereños), proveen hábitats y aumentan la conectividad estructural del paisaje, facilitando el movimiento y la supervivencia de muchas especies de plantas y animales (Harvey et ál. 2004, 2005). Los SSP pueden proporcionar ambientes para refugios, sitios de descanso, percha y alimentación, así como generar corredores biológicos para algunas especies de mariposas en los paisajes agropecuarios (Beier y Noss 1998, Haddad 1999).

El presente estudio de lepidopterofauna fue determinar la influencia de la cobertura arbórea sobre la abundancia, diversidad y distribución de mariposas en ocho usos de la tierra: fragmentos de bosques secundarios, bosques ribereños, tacotales, pasturas mejoradas de alta densidad arbórea, pasturas mejoradas con baja densidad arbórea, pasturas degradadas con vegetación arbustiva y herbácea, cercas vivas simples y cercas vivas compuestas o permanentes, en un paisaje agropecuario en la región de Esparza, Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevo a cabo en la región de Esparza, Puntarenas, perteneciente a la región del Pacífico Central de Costa Rica. Esta región constituye la zona de influencia del proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas (GEF-Silvopastoril), ejecutado por el CATIE en Costa Rica (Figura 1). La región se encuentra en un rango altitudinal entre 50 y 1000

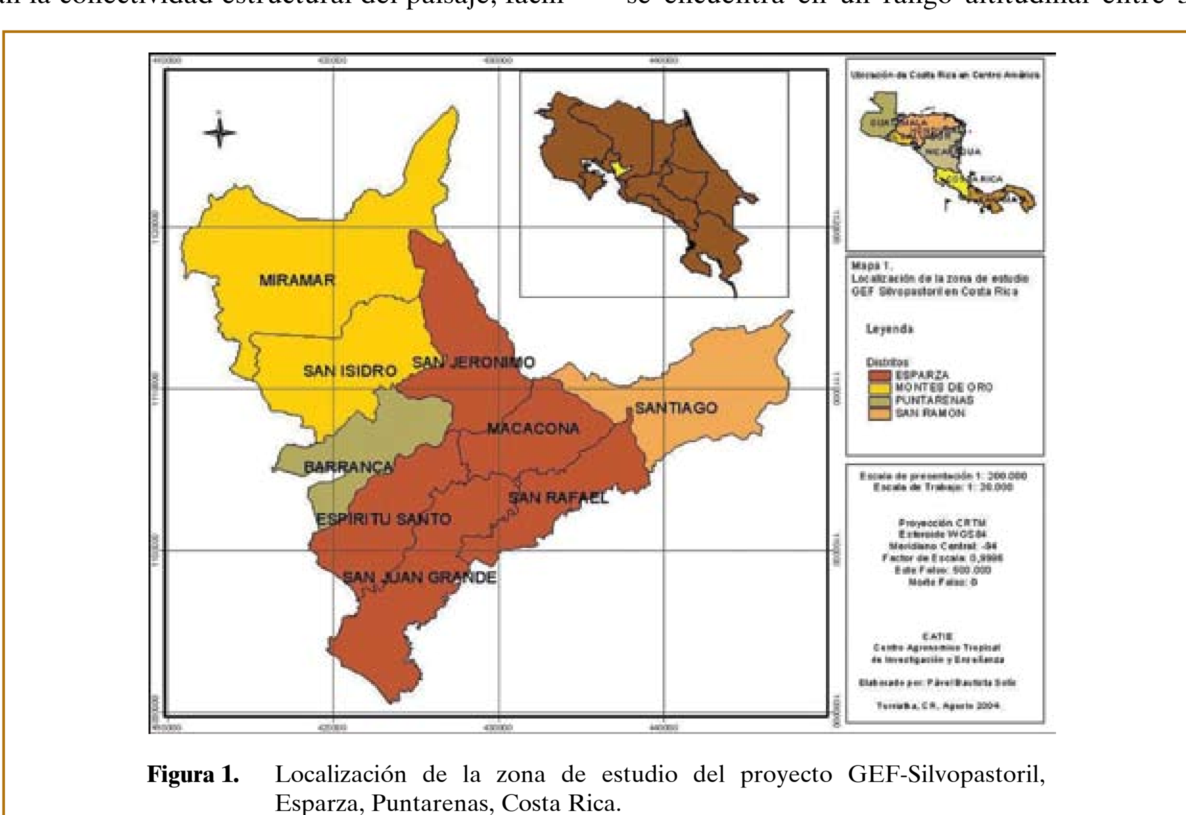


Figura 1. Localización de la zona de estudio del proyecto GEF-Silvopastoril, Esparza, Puntarenas, Costa Rica.

msnm; con una temperatura media anual de 27 ºC; la precipitación anual está entre 1500 y 2000 mm, con una época lluviosa de mayo a octubre y una época seca de noviembre a abril. La humedad relativa varía entre 65 y 80%. La topografía varía desde plana hasta inclinada, con pendientes entre 0 y 30%. Los bosques remanentes y la vegetación predominante pertenecen a la zona de vida de bosque subhúmedo tropical (Holdrige 1967).

La actividad predominante en Esparza es la ganadería. El 63% de las fincas tiene un sistema de producción bovina de carne (cría y/o carne); el 34% tiene sistema de producción doble propósito (leche y/o carne); y un 3% son fincas con sistemas de producción diversos (leche, agricultura + ganadería y agricultura). Las especies de pastos más utilizadas son *Brachiaria brizantha* e *Hyparrhenia rufa*. El paisaje se encuentra conformado por una matriz predominante de pasturas, remanentes de bosque, cultivos de caña y plantaciones forestales (66, 20, 10 y 4%, respectivamente). Las fincas presentan diferentes tipos de cobertura arbórea, conservados por los productores para múltiples propósitos (leña, madera y sombra para ganado, entre otros).

Se seleccionaron ocho hábitats predominantes en el paisaje agropecuario: fragmentos de bosque secundario (BS), bosques ribereños (BR), tacotales (TAC), potreros con pasturas mejoradas de alta densidad arbórea (PMAD, con 15–30% de cobertura arbórea), potreros con baja cobertura arbórea (PMBD, con 1-15% de cobertura arbórea), potreros con pasturas degradadas con dominancia de vegetación herbácea y arbustiva (PDV), cercas vivas simples (CVS) y cercas vivas multiestrato (CSM). Estos usos de la tierra se definieron siguiendo a Murgueito et ál. (2003). Se establecieron cinco transectos por cada uso de la tierra de 120 x 5 m (40 transectos en total).

Muestreo de mariposas

El muestreo de mariposas se llevó a cabo entre los meses de febrero a mayo de 2005. Durante el primer mes se realizó una salida preliminar, con una duración de 20 días, con el fin de preparar los sitios de muestreo y realizar un inventario preliminar de los taxa en estudio. Una vez culminada esta fase, se evaluaron los hábitats durante dos días por mes durante dos meses. Los transectos en los usos de la tierra o hábitat no lineales (BS, CH, PMAD, PMBD, PDV) se establecieron en sentido norte-sur en el centro de cada parcela. En los hábitats lineales (BR, CVM, CVS) los transectos se establecieron perpendiculares al curso de la quebrada o cerca viva. Los transectos fueron recorridos varias veces a lo largo del día por un lapso de 45 minutos entre las 8:00 y las 16:00 horas, a un paso constante y uniforme, registrando y contando los individuos adultos de cada especie de mariposas, dentro de un margen de 2,5 m a cada lado de la línea base del transecto. Se observó y capturó las especies mediante el uso de una red entomológica, y se registró el número de individuos, el número del transecto, el tipo de uso del suelo (hábitat), altitud, actividad (percha, cópula y alimentación, entre otras) y hora. Los individuos pertenecientes a especies difícilmente reconocibles al vuelo o desconocidas fueron recolectados para su identificación mediante claves e ilustraciones de revisiones taxonómicas (D'Abrera 1981, 1984, 1987a, 1987b, 1989, 1994, 1995, DeVries 1987, 1997).



Thecla talayra (mariposa listada). Especie frecuente sobre el borde de los bosques en Esparza, Costa Rica (foto: D. Tobar)

Caracterización vegetal

Se estableció una parcela rectangular de 20 x 50 m, partiendo del centro del potrero y ubicándola en sentido norte-sur, para caracterizar la cobertura arbórea en el paisaje en BS, TAC, PMAD, PMBD y PDV. En los BR se estableció una parcela rectangular de 10 x 100 m en uno de los lados del curso de agua. Cuando el ancho del bosque ribereño fue menor a los 10 m, se establecieron dos parcelas de 5 x 100 m a ambos lados del curso de agua. En las CVS y CVM, se tomó una sección de 200 m lineales en donde se contaron e identificaron todos los árboles. En todas las parcelas se midieron todos los árboles y arbustos con un diámetro a la altura del pecho (dap) ≥ a 5 cm. Las plantas no identificadas fueron llevadas al herbario de la Universidad Nacional de Costa Rica para su posterior identificación.

Análisis estadístico
Se calculó la abundancia, el índice de diversidad de Shannon-Weaver y la riqueza de especies de mariposas (Magurran 2003) para cada transecto establecido. Estos resultados fueron comparados estadísticamente mediante un análisis de varianza para un diseño completamente aleatorizado. Las diferencias entre las medias se probaron mediante la prueba de LSD Fisher. Los análisis se llevaron a cabo mediante el programa estadístico InfoStat (2004).

La riqueza de especies (S) observada en cada hábitat se comparó con el número de especies esperado con el estimador de primer orden Chao (CHAO 1). Se realizaron curvas de acumulación de especies (con 1000 aleatorizaciones) con el programa estadístico EstimateS v 7.0 (Cowell 2004). Se condujo un análisis de agrupamiento, con base en la composición de especies, empleando el índice de Dice, usando el programa InfoStat (2004). Se realizaron regresiones lineales simples para estudiar la relación entre la diversidad y estructura arbórea y la riqueza y abundancia de mariposas.

RESULTADOS
Se registraron un total de 4415 mariposas diurnas, pertenecientes a 66 especies, 50 géneros, 15 subfamilias y 5 familias. Las subfamilias con el mayor número de especies fueron Coliadinae, Heliconiinae, Nymphalidae, Riodininae y Satyrinae (Figura 2).

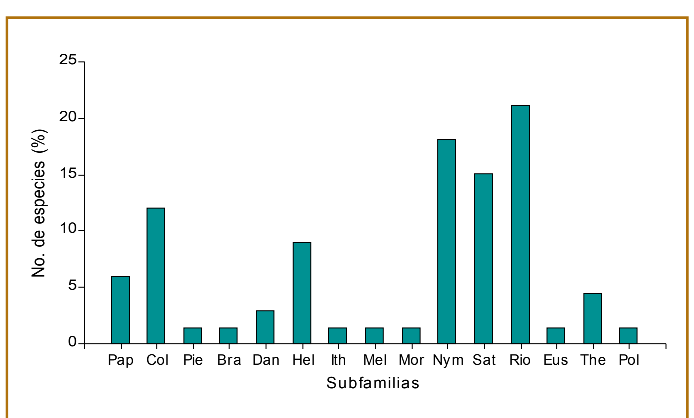


Figura 2. Distribución de la riqueza de especies de mariposas de las subfamilias registradas durante el período de muestreo en Esparza, Costa Rica. Pap = Papilioninae, Col = Coliadinae, Pie = Pierinae, Bra= Brasolinae, Dan: Danainae, Hel = Heliconiinae, Ith = Ithomiinae, Mel = Melitaeinae, Mor = Morphinae, Nym = Nymphalinae, Sat = Satyrinae, Eus = Euselasiinae, Rio = Riodininae, Po = Polyommatinae y The = Theclinae.

Las especies más abundantes en el área de estudio fueron: *Eurema daira* (Coliadinae) con 1282 individuos; *Hermeuptychia hermes* (Satyrinae) con 569; *Junonia evarete* (Nymphalinae) con 354; *Phoebis philea* (Coliadinae) con 280; *Magneuptychia lybie* (Satyrinae) con 193; *Eurema nise* (Coliadinae) con 187; *Dryas iulia* (Heliconiinae) con 150; *Phoebis sennae* (Coliadinae) con 123 y *Thecla talayra* (Lycaenidae) con 118. Estas especies son comunes y presentan rangos de distribución geográfica amplios (DeVries 1987), pero el 88% de las especies presentaron valores bajos de individuos registrados (Figura 3).

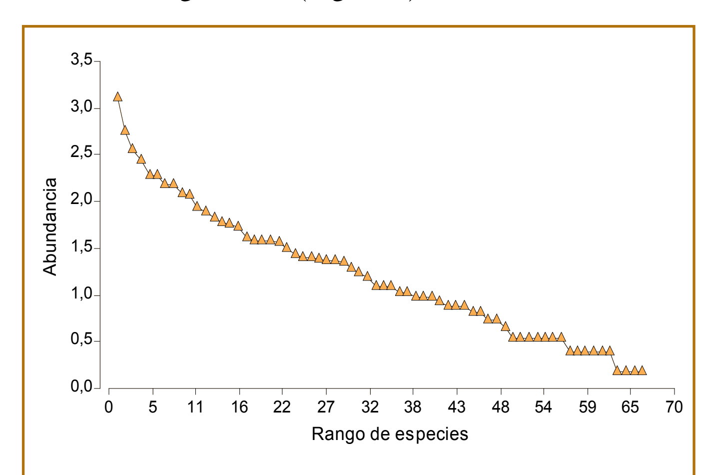


Figura 3. Distribución de la abundancia de especies de mariposas observada durante el período de muestreo, en Esparza, Costa Rica, 2005

Comparación entre los hábitat evaluados
En cada hábitat se presentó variabilidad en el número de especies e individuos (Cuadro 1). Se presentaron diferencias entre los valores promedio de la abundancia ($p = 0{,}0082$) y el número de especies de mariposas ($p < 0{,}0001$) entre los hábitat evaluados. En los BS, BR y TAC hubo un mayor número de especies, seguidos por las CVM, mientras que los valores más bajos se registraron en CVS y PMBD (Cuadro 1).

La mayor abundancia promedio de individuos se registró en los TAC, seguidos por las PMAD y BR, y los valores más bajos se encontraron en las CVM y CVS. (Cuadro 1). La diversidad de especies presentó diferencias entre los hábitat evaluados (Shannon-Wiever $p < 0{,}0001$). Los valores más altos del índice de Shannon se presentaron en BR, seguido de los TAC, BS y CVM; los valores más bajos se registraron en las PMBD y CVS (Cuadro 1).

Cuadro 1 Riqueza total (S_{TOTAL}) y abundancia total (N_{TOTAL}) de especies de mariposas observadas; y la riqueza promedio (S), abundancia promedio de especies (N) e índice de diversidad Shannon-Weaver (H), de la comunidad de mariposas en los hábitat evaluados en Esparza, Costa Rica, 2005

Hábitat	Bosque ribereño	Bosque secundario	Tacotal	Cerca viva multiestrato	Pastura mejorada de alta densidad	Pastura degradada con vegetación	Cerca viva simple	Pastura mejorada de baja densidad
S_{TOTAL}	46	46	41	34	27	26	23	18
N_{TOTAL}	657	620	701	440	481	660	338	518
Riqueza promedio	21 (d)	21 (d)	20 (d)	17 (c)	14 (bc)	14 (bc)	13 (ab)	10 (a)
Abundancia promedio	124(bcd)	131 (cd)	140 (d)	88(ab)	132 (cd)	96 (abc)	67 (a)	103 (abcd)
Índice de diversidad Shannon-Weaver	2,5 (d)	2,3 (cd)	2,4 (cd)	2,2 (c)	1,9 (ab)	1,8 (ab)	1,9 (b)	1,7 (a)

Nota: Letras distintas en las filas indican diferencias significativas según prueba de LSD Fisher ($p \leq 0{,}05$).

La composición de especies de mariposas entre hábitats fue diferente, presentándose dos grupos: hábitats boscosos (BS, BR, TAC) y hábitats abiertos (PMBD, PDV, CVS, PMAD, CVM). Los hábitats con una composición de mariposas más similar fueron CVM y PMAD (Figura 4). La mayoría de las especies registradas en el paisaje agropecuario son especies de áreas abiertas (DeVries 1987); sin embargo, de las 66 especies registradas el 51% son especies asociadas a áreas boscosas, y son especies típicas de ambientes perturbados (Figura 5).

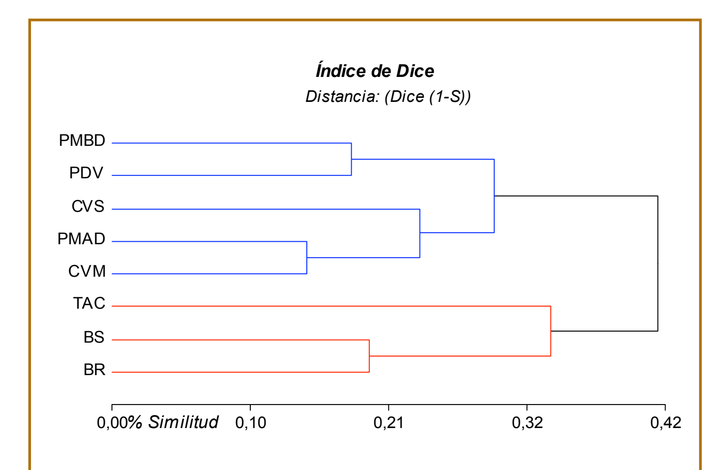


Figura 4. Análisis de conglomerado con base en la composición de especies de mariposas registradas en Esparza, Costa Rica. PMBD = pastura mejorada de baja densidad; PVD = potreros con pasturas degradadas con dominancia de vegetación herbácea y arbustiva; CVS = cerca viva simple; PMAD = pastura mejorada de alta densidad; CVM = cerca viva multiestrato; TAC = tacotal; BS = bosque secundario, BR = bosque ribereño.

Se encontró una relación positiva entre el número de especies arbóreas y de mariposas en cada hábitat ($p < 0{,}0001$, $r^2 = 0{,}65$; Figura 6), lo que parece indicar que la riqueza de mariposas está en función de la riqueza de especies arbóreas presentes en la región: a mayor número de especies arbóreas, mayor es el número de especies de mariposas.

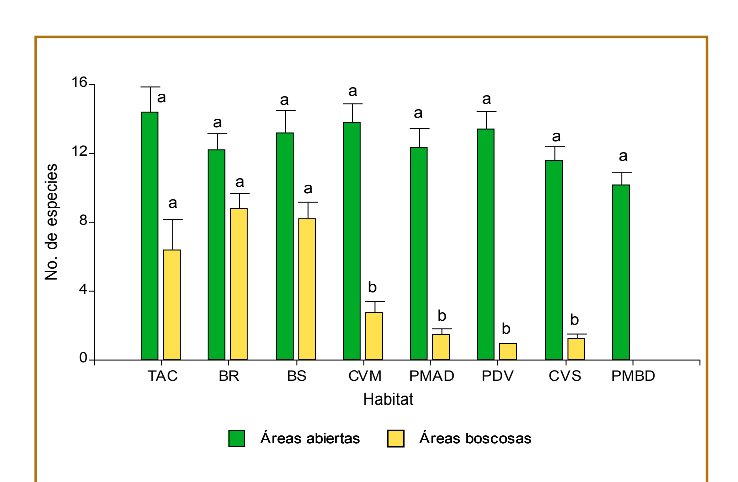


Figura 5. Valores promedio de especies de mariposas según la preferencia de hábitat (Áreas abiertas y áreas boscosas). TAC = tacotal; BR = bosque ribereño; BS = bosque secundario; CVM = cerca viva multiestrato; PMAD = pastura mejorada de alta densidad; PVD = potreros con pasturas degradadas con dominancia de vegetación herbácea y arbustiva; CVS = cerca viva simple; PMBD = pastura mejorada de baja densidad. Letras distintas en barras del mismo color indican diferencias significativas según prueba de LSD Fisher ($p \leq 0{,}05$).

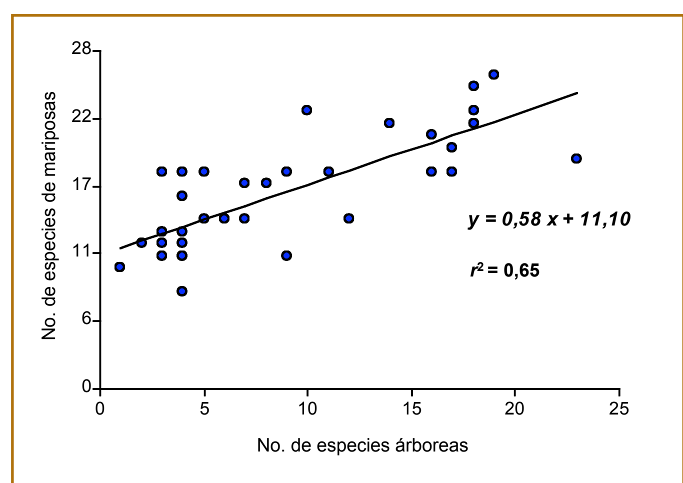


Figura 6. Relación entre la riqueza arbórea y el número de especies de mariposas en los hábitats evaluados en Esparza, Costa Rica. Cada punto representa un transecto establecido (*n* = 40).

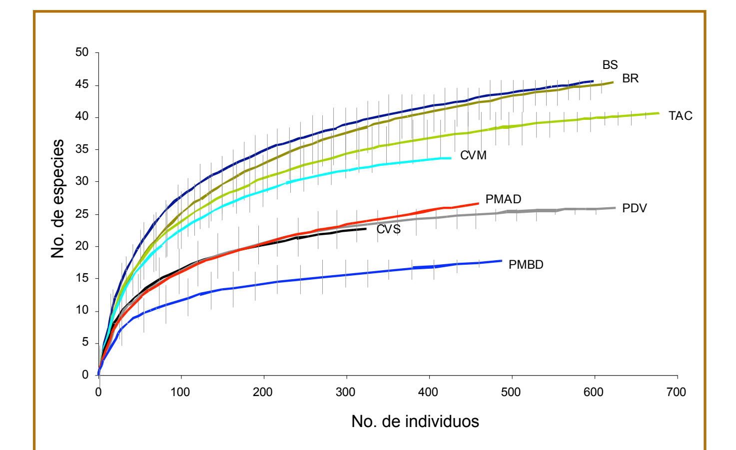


Figura 7. Curva de acumulación de especies de mariposas (desviación estándar) identificadas en los ocho usos de la tierra evaluados en Esparza, Costa Rica. BS = bosque secundario; BR = bosque ribereño; TAC = tacotal; CVM = cerca viva multiestrato; PDV = pastura degradada con vegetación; PMAD = pastura mejorada de alta densidad; CVS = cerca viva simple; PMBD = pastura mejorada de baja densidad.

Estimación de la riqueza de especies

Ninguna de las curvas de acumulación de especies de mariposas en los hábitats evaluados alcanzó a estabilizarse (Figura 7); sin embargo, los valores de la riqueza esperada en los diferentes hábitats no difieren mucho del valor de riqueza observado, donde los porcentajes de especies observadas varían entre el 71 y 97% (Cuadro 2). Estos resultados indican que, a pesar de no ser inventarios completos, los valores obtenidos permiten hacer comparaciones confiables entre los hábitats evaluados, y sería posible encontrar más especies con un mayor tiempo y esfuerzo de muestreo.

DISCUSIÓN

Los hábitats con mayor diversidad florística (BS, BR y TAC) presentaron los valores más altos de riqueza y abundancia de mariposas, quizás porque en estos hábitats se presenta una regeneración natural y una productividad elevadas, capaces de mantener poblaciones viables de especies de mariposas (Meffe y Carrol 1997). La presencia de árboles y arbustos en las cercas vivas permanentes y las pasturas mejoradas con alta densidad de árboles (30 árboles ha^{-1}) no solo puede permitir el movimiento de varias especies que habitan y circundan el paisaje agropecuario (Haddad 1999), sino que puede ser un elemento importante para la conservación de mariposas en el paisaje agropecuario si se mantiene una diversidad de especies de árboles y arbustos que ofrezcan una variedad de recursos alimenticios (flores, frutos, excrementos; Tobar et ál. 2001), plantas hospederas,

Cuadro 2. Número de especies observadas y esperadas de mariposas según el estimador de riqueza de primer orden CHAO (CHAO1), para los hábitats evaluados en Esparza, Costa Rica

Hábitat	Bosque secundario	Bosque ribereño	Tacotal	Cerca viva multiestrato	Pastura mejorada de alta densidad	Pastura degradada con vegetación	Cerca viva simple	Pastura mejorada de baja intensidad
No. especies observadas	46	46	41	34	27	26	23	18
No. especies esperadas	63	52	44	35	38	27	29	21
Esfuerzo de muestreo (%)	73	89	93,2	97,1	71	96	79,3	85,7

sitios de descanso o percha, además de reducir el efecto negativo de la formación de pastizales en monocultivo sobre las poblaciones de mariposas (Haddad 1999, Harvey et ál. 2005).

Los valores bajos de diversidad de mariposas en las pasturas mejoradas de baja densidad de árboles y las cercas vivas simples podrían relacionarse con la baja diversidad florística (plantas arbustivas y/o arbóreas) de estos hábitats, generada por el manejo de la pastura, el pastoreo del ganado, uso de herbicidas, podas y chapeas, que ocasionan cambios en la composición, alteración en el crecimiento y diversidad de la vegetación (Kruess y Tscharntke 2002).

Los resultados del análisis de conglomerado mostraron que en el paisaje agropecuario la comunidad de mariposas está caracterizada por dos grupos de especies bien definidos. El primero está dominado por mariposas relacionadas a sitios con cobertura arbórea y mayor diversidad florística (BS, BS y TAC) e incluye la mayor cantidad de especies dependientes de bosque, como *Ascia monuste, Charis anius, Eurybia elvina, Juditha molpe, Marpesia alcibíades, Siproeta stelenes, Taygetis andromeda y Tithorea harmonia.* El segundo grupo se conformó por especies asociadas a ambientes perturbados, y fue el dominante en el paisaje: *Anartia fatima, Eurema nise, Eurema daira, Phoebis philea, Siproeta stelenes, Agraulis vanillae y Danaus plexippus.*

CONCLUSIONES

Los bosques secundarios, bosques riparios, tacotales y cercas vivas multiestrato son los hábitats más ricos en especies de mariposas diurnas en el paisaje ganadero de Esparza, lo cual podría estar relacionado con la gran variedad de plantas con flores que se encuentran asociadas a estos usos.

En los sistemas silvopastoriles (pasturas con alta densidad de árboles y cercas vivas multiestrato o permanentes), la diversidad de árboles y arbustos favorece la mayor riqueza de especies de mariposas diurnas en comparación con usos de la tierra con baja cobertura arbórea (pasturas con baja densidad de árboles y cercas vivas simples). Estos sistemas, combinados con la vegetación remanente en el agropaisaje (remanentes de bosque y bosques ribereños), pueden desempeñar un papel importante en la conservación de la biodiversidad en la región.



Heliconius hecale observada comúnmente en el interior de los relictos de bosque secundario en Esparza, Costa Rica (foto: D. Tobar)

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó como parte del proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas, financiado por GEF, FAO y Banco Mundial y ejecutado por CATIE en Costa Rica, CIPAV en Colombia y Nitlapán en Nicaragua. Se agradece a Rigoberto Granados, Jorge Cervantes y Román Morera por su apoyo durante la fase de campo, y a los productores por permitir el acceso a las fincas, así como al Dr. Fabrice de Clerck por sus valiosos comentarios al manuscrito final.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Beier, P; Noss, RF. 1998. Do habitat corridors provide connectivity? Conservation Biology 12: 1241-1252.

Cowell, RK. 2004. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.0. User's guide and application (en línea). Disponible en http://viceroy.eeb.econn.edu/eESTIMATES

D'Abrera, B. 1981. Butterflies of the Neotropical Region. Part 1. Papilionidae and Pieridae. London, UK, Hill House Publisers. 188 p.

________. 1984. Butterflies of the Neotropical Region. Part II. Danaidae, Ithomiidae, Heliconidae & Morphidae. London, UK, Hill House Publisers. 232 p.

________. 1987a. Butterflies of the Neotropical Region. Part III. Brassolidae, Acraeidae, Nymphalidae (partim). London, UK, Hill House Publisers. 140 p.

________. 1987b. Butterflies of the Neotropical Region. Part IV. Nymphalidae (Partim) London, UK, Hill House Publisers. 152 p.

________. 1989. Butterflies of the Neotropical Region. Part V, Nymphalidae (Conc.) and Satyridae. London, UK, Hill House Publisers. 197 p.

________. 1994. Butterflies of the Neotropical Region. Part VI, Riodinidae.London, UK, Hill House Publisers. 217 p.

________. 1995. Butterflies of the Neotropical Region. Part VII, Lycaenidae. London, UK, Hill House Publisers. 168 p.

Daily, GC; Ehrlich, PR. 1996. Nocturnality and species survival. Proc. Natl. Acad. Sci. 93: 11709–11712.

DeVries, PJ. 1987. The butterflies of Costa Rica and their natural history. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton University Press. 327 p.

________. 1997. Butterflies of Costa Rica and their natural history: volume II (Riodinidae) New Jersey, US, Princeton University Press. 288 p.

Gibbs, JP; Stanton, EJ. 2001. Habitat fragmentation and arthropod community change: Carrion beetles, phoretic mites and flies. Ecological Applications 11: 79–85.

Haddad, NM. 1999. Corridor and distance effects on interpatch movements: a landscape experiment with butterflies. Ecological Applications. 153 (2): 215-227.

Harvey, CA; Haber, WA. 1998 Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. Agroforestry Systems 44 37-68.

________; Villanueva, C; Villacís, J; Chacon, M; Muñoz, D; López, M; Ibrahim, M; Gómez, R; Taylor, R; Martínez, J; Navas, A; Saenz, J; Sánchez, D; Medina, A; Vilchez, S; Hernández, B; Pérez, A; Ruiz, F; López, F; Lang, I; Kunth, S; Sinclair, F. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. Agriculture Ecosystems & Environment 111:200-230.

________; Tucker, N; Estrada, N. 2004. Live fences, isolated trees and windbreaks: tools for conserving biodiversity in fragmented tropical landscapes. *In* G. Schroth, G.A; Fonseca, B; Harvey, CA; Gascon, C; Vasconcelos, HL; Izac, AMN. eds. Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes. Washington, US, Island Press. p. 261-289.

Hill, CJ. 1995. Linear strips of rain forest vegetation as potential dispersal corridors for rain forest insect. Conservation Biology 9(6): 1559-1566.

Holdrige, LR. 1967. Life zone ecology. San José, CR, Centro Científico Tropical. 206 p.

Ibrahim, M; Holmann; Hernandez, M; Camero, A. 2000. Contribution of *Erythrina* protein banks and rejected bananas for improving cattle production in the humid tropics. Agroforestry Systems 49: 245-254.

________; Schlonvoigt, A. 1999. Silvopastoral systems for degraded lands in the humid tropics. Environmental friendly silvopastoral alternatives for optimising productivity of livestock farms: CATIE's experience. *In* Semana Científica, CATIE (4, 1999). Actas. Turrialba, CR, CATIE. p. 277-282.

InfoStat. 2004. InfoStat, versión 2004. Manual del Usuario. 1 ed. Argentina, Universidad Nacional de Córdoba- Editorial Brujas Argentina. 314p

Kremen, C; Colwell, R; Erwin, T; Murphy, D; Noss R; Sanjayan, M. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. Conservation Biology 7(4): 796-808.

________. 1994. Biological inventory using target taxa: a case study of the butterflies of Madagascar. Ecological applications 4(3): 407-422.

Kruess, A; Tscharntke, T. 2002. Grazing intensity and the diversity of grasshoppers, butterflies, and trap-nesting bees and wasps. Conservation biology 16(6):1570-1580.

Magurran, A. 2003. Measuring biological diversity. Oxford, UK, Blackwell Publishing. 256 p.

Meffe, GK; Carroll, CR. 1997. Principles of conservation biology. 2 ed. Sunderland, US, Sinaver Associates. 454 p.

Murgueitio, E; Calle, Z. 1998. Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. Conferencia electrónica de la FAO sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica (en línea). Consultado 27 ene. 2005. Disponible en http://fao.org/.

________; Ibrahim, M; Ramírez, E; Zapata, A; Mejía, C; Casasola, F. 2003. Usos de la tierra en fincas ganadera. Guía para el pago de servicios ambientales del proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. Cali, CO, CIPAV. 97 p

Tobar, D; Rangel-CH, JO; Andrade-C, G. 2001. Las cargas polínicas de las mariposas (Lepidoptera: Rophalocera) de la parte alta de la cuenca del río Roble - Quindío – Colombia. Caldasia 23(2): 549-557.